

Analisa Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Proses Pengisian Baterai Wahana Bawah Laut

Muhammad Chanif, Ir. Sardono Sarwito, dan Eddy Setyo K.

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: mhdchanif@gmail.com

Abstrak—Potensi wisata bawah laut Indonesia banyak yang belum dikembangkan, hanya Pulau Bali yang sudah memanfaatkannya dengan membuat wahana bawah laut yang berpenggerak motor DC yang listriknya disuplai oleh baterai. Setiap satu jam pelayanan berupa penyelaman, wahana bawah laut ini melakukan pengisian baterai sekaligus muat penumpang. Agar terdapat nilai ekonomis dan efektivitas selama proses itu di pelabuhan, dalam skripsi ini akan diuraikan mengenai pengaruh kapasitor untuk menambah muatan baterai charger, sehingga arus yang masuk bisa bertambah. Dalam rangkaian baterai charger yang telah dimodifikasi jumlah kapasitor menjadi 3 buah, nilai arus yang keluar sebesar 18 Ah dan tegangan yang keluar adalah tegangan input ditambah 4 V. Perbandingan rangkaian baterai charger yang termodifikasi penambahan kapasitor mampu mempercepat 1.44 kali dibanding dengan rangkaian sederhana. Selain itu, penambahan kapasitor bank juga mampu memberikan penghematan daya sebesar 22 % dengan menambahkan kapasitor berkapasitas 0.00519 Farad.

Kata Kunci—Wahana Bawah Laut, Kapasitor, Baterai Charger, Penghematan Daya.

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan Negara Kepulauan dengan banyak potensi wisata bawah lautnya. Pulau Bali, Raja Ampat, Lombok, Derawan, Ambon, adalah beberapa kawasan yang memiliki keindahan karang dan ikan yang sangat menakjubkan. Salah satu cara untuk menikmati keindahan bawah laut Indonesia adalah dengan memanfaatkan kapal selam wisata yang selanjutnya disebut sebagai wahana bawah laut. Ironinya, dengan banyaknya potensi wisata alam bawah laut, Indonesia hanya memiliki satu wahana bawah laut yang terdapat di Pulau Bali, yaitu *Odyssey Submarine*.

Selain untuk kepentingan militer, kapal selam juga dapat dimanfaatkan sebagai wahana bawah laut yang bertujuan untuk wisata, mempelajari ilmu pengetahuan laut dan air tawar di kedalaman yang tidak sesuai dengan kemampuan penyelam (manusia). Perbedaan yang mencolok antara kapal selam militer dengan kapal selam wahana bawah laut adalah pada konstruksinya. Kapal wahana bawah laut konstruksi dibuat secara transparan dengan tetap memperhitungkan faktor kekuatan.

Wahana bawah laut kebanyakan waktunya dihabiskan di bawah permukaan laut daripada di atas permukaan laut. Untuk *Odyssey Submarine* 45 menit waktunya berada sejauh 35

meter di bawah garis dan 15 menit waktunya berada di permukaan air. Ketika berada di atas permukaan air laut, wahana bawah laut melakukan pengisian baterai dengan memanfaatkan energi listrik dari pelabuhan. Mengingat sangat singkatnya waktu pengisian baterai yang digunakan untuk mensuplai penggerak utama (motor listrik) serta kebutuhan kelistrikan lainnya, Wahana bawah laut dalam melakukan pengisian baterai (*Charging*) dituntut untuk memaksimalkan waktu yang singkat dengan seefisien mungkin.

Dengan waktu yang sangat singkat tersebut, ada dua kemungkinan, yaitu baterai sudah terisi penuh karena sebelumnya kondisi baterai belum kosong, kemungkinan yang kedua adalah baterai dalam kondisi kosong dan dengan lama waktu pengecasan yang sama, baterai belum terisi secara penuh. Untuk meminimalisir kemungkinan yang akan terjadi tersebut, solusinya juga ada dua, yaitu, pertama melakukan pengisian secara cepat dengan memanfaatkan penambahan komponen pada proses pengecasan serta yang kedua adalah menghemat penggunaan listrik sehingga baterai tidak dalam kondisi kosong ketika akan dilakukan pengecasan. Dalam Skripsi ini, penulis melakukan penelitian pengaruh penambahan kapasitor terhadap proses pengisian baterai wahana bawah laut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Wahana Bawah Laut

Sebuah kapal selam atau sebuah kapal laut bisa mengapung karena berat air yang dipindahkannya sama dengan berat kapal itu sendiri. Pemindahan air ini menciptakan sebuah gaya ke atas yang disebut gaya apung atau buoyancy force dan bekerja berlawanan dengan gaya gravitasi, yang akan menarik kapal ke bawah.

Tidak seperti kapal biasa, sebuah kapal selam bisa mengatur gaya apungnya, sehingga bisa membuatnya tenggelam dan muncul ke permukaan sesuai keperluan. Untuk mengatur gaya apungnya, kapal selam memiliki tangki-tangki pemberat dan tangki-tangki pelengkap atau penyeimbang yang bisa diisi dengan air maupun dengan udara.

Wahana bawah laut yang digunakan sebagai objek perbandingan dalam penelitian ini adalah kapal *Odyssey Submarine* dengan dimensi kapal sebagai berikut:

Length Overall : 56 ft
 Width : 13.25 ft
 Height : 17.75 ft
 Displacement : 160.000 lbs
 Operating Depth : 150 ft
 Cabin Pressure : Normal Atmosphere / Air Conditioned

Passenger Capacity : 36

Crew : 3

Viewports : 18 x 21.5" side ; 1 x 50" front

Propulsion : DC battery powered electric thrusters

Speed : ½ to 1 knot submerged

(http://submarine-bali.com/the_submarine.php)

1. Baterai

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian/cas/charge energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/discharge energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai (dalam hal ini adalah aki; aki mobil/motor) terdiri dari sel-sel dimana tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V, artinya aki mobil dan aki motor yang memiliki tegangan 12 V terdiri dari 6 sel yang dipasang secara seri ($12\text{ V} = 6 \times 2\text{ V}$) sedangkan aki yang memiliki tegangan 6 V memiliki 3 sel yang dipasang secara seri ($6\text{ V} = 3 \times 2\text{ V}$).

Antara satu sel dengan sel lainnya dipisahkan oleh dinding penyekat yang terdapat dalam bak baterai, artinya tiap ruang pada sel tidak berhubungan karena itu cairan elektrolit pada tiap sel juga tidak berhubungan (dinding pemisah antar sel tidak boleh ada yang bocor/merembes).

Di dalam satu sel terdapat susunan pelat yaitu beberapa pelat untuk kutub positif (antar pelat dipisahkan oleh kayu, ebonit atau plastik, tergantung teknologi yang digunakan) dan beberapa pelat untuk kutub negatif. Bahan aktif dari plat positif terbuat dari oksida timah coklat (PbO_2) sedangkan bahan aktif dari plat negatif ialah timah (Pb) berpori (seperti bunga karang). Pelat-pelat tersebut terendam oleh cairan elektrolit yaitu asam sulfat (H_2SO_4).

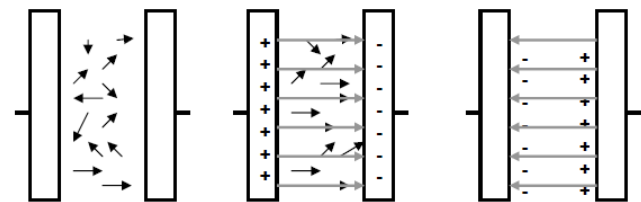
2. Kapasitor

Model kapasitor pertama diciptakan di Belanda, tepatnya di kota Leyden pada abad ke-18 oleh para eksperimentalis fisika. Kapasitor adalah alat (komponen) yang mampu menyimpan muatan listrik yang besar untuk sementara waktu. Kapasitor terdiri atas keping-keping logam yang disekat satu sama lain dengan isolator. Isolator penyekat tersebut disebut dengan zat dielektrik. Simbol yang digunakan untuk menampilkan sebuah kapasitor dalam suatu rangkaian listrik adalah

Beberapa kegunaan kapasitor adalah sebagai berikut:

- Menyimpan muatan listrik
- Memilih gelombang radio (tuning)
- Perata arus pada rectifier
- Komponen rangkaian starter kendaraan bermotor
- Memadamkan bunga api pada system pengapian model
- Sebagai filter dalam catu daya (power supply)

Kapasitor (yang pada awalnya disebut kondensator) secara sturktur prinsipnya terdiri dari dua buah pelat konduktor yang berlawanan muatan, masing-masing memiliki luas



Sebelum adanya muatan pada kedua pelat, bahan dielektrik memiliki dipole acak sehingga bersifat isolator

Setelah pelat bermuatan yg menghasilkan medan listrik ke arah kanan, muatan pada dielektrik terpolarisasi oleh medan listrik. Muatan positif perlahan-lahan menuju pelat negatif, dan muatan negatif ke pelat positif

Akibatnya terdapat medan listrik baru pada dielektrik yang melawan medan listrik semula yang saling menghilangkan, sehingga medan listrik total menjadi nol, dan arus berhenti mengalir

Gambar 1 Proses yang terjadi dalam kapasitor saat diberikan beda potensial

permukaan A dan mempunyai muatan persatuan luas. Konduktor yang dipisahkan oleh sebuah zat dielektrik yang bersifat isolator sejauh d . Zat inilah yang nantinya akan memerangkap (menampung) electron-elektron bebas. Muatan berada pada permukaan konduktor yang jumlah totalnya adalah nol. Hal ini disebabkan jumlah muatan negative dan positif sama besar. Bahan dielektriknya adalah bahan yang jika tidak terdapat medan listrik bersifat isolator, namun jika medan listrik yang melewatinya, maka akan terbentuk dipole-dipol listrik, yang arah medan magnetnya ,elawan medan listrik semula.

3. Kapasitor Bank

Kapasitor bank merupakan peralatan listrik yang mempunyai sifat kapasitif yang terdiri dari sekumpulan beberapa kapasitor yang disambung secara parallel untuk mendapatkan kapasitas kapasitif tertentu. Besaran parameter yang sering dipakai adalah KVAR (KiloVolt Ampere Reaktif) meskipun pada kapasitor sendiri tercantum besaran kapasitansi yaitu farad. Kapasitor mempunyai sifat listrik yang kapasitif (leading) sehingga mampu mengurangi / menghilangkan sifat induktif (lagging). Berikut ini adalah beberapa kegunaan dari kapasitor bank:

- Memperbaiki Power Factor (faktor daya)
- Menyuplai daya reaktif sehingga mamaksimalkan penggunaan daya kompleks (KVA)
- Mengurangi jatuh tegangan (Voltage drop)
- Menghindari kelebihan beban transformer
- Memberikan tambahan daya tersedia
- Menghindari kenaikan arus/suhu pada kabel
- Menghemat daya / efesiensi
- Kapasitor bank juga mengurangi rugi – rugi lainnya pada instalasi listrik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Tahapan awal dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan melakukan identifikasi dan perumusan masalah yang terkait

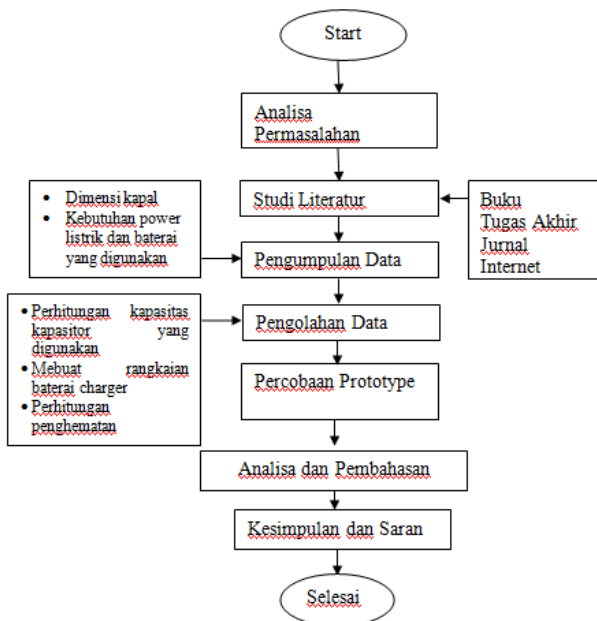
dengan pengenalan awal cara kerja dari Proses pengisian baterai wahana bawah laut serta pengaruhnya apabila jumlah kapasitor ditambah. Studi literature yang berkaitan dengan

Keterangan :

F1 = Sekring tabung

S1 = Saklar untuk listrik 220 V/PLN

T1 = Trafo ACT



Gambar 2 Flowchart Metodologi Penelitian

skripsi ini dapat bersumber dari jurnal, Tugas Akhir, Buku, Internet dan atau sumber penunjang lainnya.

B. Pengumpulan Data dan Pengolahan Data

Pada tahap pengumpulan data ini, diperlukan informasi mengenai dimensi wahana bawah laut, kemudian diolah untuk mengetahui banyaknya kebutuhan listrik dari wahana bawah laut, Data komponen peralatan yang akan digunakan prototype, seperti komponen charger, baterai dan kapasitor. Data diperoleh dari buku, jurnal, internet dan atau sumber pendukung lainnya.

C. Pembuatan Prototype dan Pengambilan data

Tahapan berikutnya adalah Pembuatan prototype sebuah charger baterai dengan skala tertentu, kemudian dilakukan pengambilan data dengan memvariasikan jumlah kapasitor yang digunakan.

D. Analisa Data

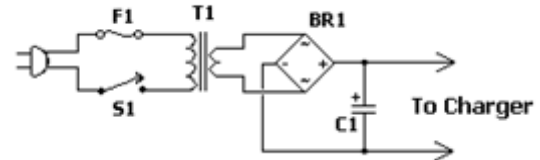
Setelah data dari sebuah prototype dihasilkan, maka selanjutnya data dianalisa, apakah dalam melakukan pengisian baterai sudah efisien terhadap waktu

E. Kesimpulan dan Saran

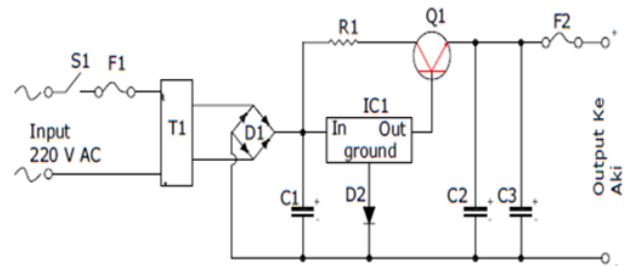
Tahap terakhir adalah memberikan kesimpulan dan saran berdasarkan dari hasil analisa yang dilakukan.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Rangkaian Baterai Charger Sederhana dan Desain Rangkaian Termodifikasi



Gambar 3 Rangkaian Baterai Charger Sederhana



Gambar 4 Desain modifikasi rangkaian baterai charger

D1 = Dioda Bridge

C1 = Kapasitor elektrik

Dengan rangkaian sederhana, nilai arus yang keluar dengan nilai $C = 2200$ mikrofard. Maka

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} \dots\dots\dots (1)$$

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 2.2 \times 10^{-3}}$$

$$X_c = \frac{1}{0.69}$$

$$X_c = 1.44 \text{ ohm}$$

Dengan asumsi, $X_c = R$, maka nilai arus,

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (2)$$

$$I = \frac{18}{1.44}$$

$$I = 12.5 \text{ A}$$

Rangkaian baterai charger termodifikasi

Kapasitor 1, $C = 2200$ mikrofard 25 V

Kapasitor 2, $C = 1000$ mikrofard 35 V

Kapasitor 3, $C = 1$ mikrofard 35 V

Pada modifikasi ini digunakan 3 kapasitor yang tersusun secara parallel yang bertujuan untuk meningkatkan muatan serta arus yang nantinya akan keluar dari rangkaian menuju ke baterai, mengingat apabila kapasitor dirangkai secara parallel, berlaku rumus :

$$Q_p = Q_1 + Q_2 + Q_3 \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_p = C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 \dots\dots\dots(4)$$

TABEL 1
TABEL PEMBAGIAN RUANGAN BESERTA DIMENSINYA

Nama ruangan	Room dimension			H	h
	P	L	T		
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Entry Hatch	2.8	2.0	2.5	0.0	2.5
Entry Room	3.6	4.0	2.5	0.5	2.0
Accommodation	13.0	4.0	2.5	0.5	2.0
Navigation	1.8	4.0	2.5	0.8	1.8

TABEL 2
TABEL PERHITUNGAN INDEKS RUANGAN DAN INTENSITAS CAHAYA

area room	index room	intensity
A (m2)	(k)	Fluxs
5.6	0.467	50
14.4	0.947	50
52.0	1.529	50
7.0	0.696	100

TABEL 3
PERHITUNGAN PENGGUNAAN JENIS ARMATURE DAN FAKTOR REFLEKSI

type of armature				reflection factor		
Index	Σ	type	power (watt)	rs	rw	rf
6	1	FL	20	0.75	0.5	0.3
5	1	FL	20	0.75	0.5	0.3
5	1	FL	20	0.75	0.5	0.3
18	2	FL	20	0.75	0.5	0.3

Nilai Ctotal untuk mendapatkan nilai Xc (reaktansi kapasitif) adalah

$$C_{total} = C_1 + C_2 + C_3 \dots\dots\dots(5)$$

$$C_{total} = 2200 + 1000 + 1$$

$$C_{total} = 3201 \text{ mikrofaraad}$$

Sehingga nilai Xc =

$$Xc = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$Xc = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 3.2 \times 10^{-3}}$$

$$Xc = \frac{1}{1.0}$$

$$Xc = 1$$

Dengan V yang mengalir sama dengan 18 Volt dan nilai R sama dengan nilai Xc maka

$$I = \frac{V}{R}$$

TABEL 4
PERHITUNGAN EFISIENSI PENERANGAN, FAKTOR DIVERSITAS DAN INTENSITAS CAHAYA

Range of Efficiency				efficiency penerangan	factor diversity	light flux	light flux
k1	Eff1	k2	Eff2		(d)	Φ	(lumen)
0.60	0.120	0.80	0.160	0.093	0.7	3000	2500
0.80	0.230	1.00	0.263	0.254	0.7	2831	2500
1.50	0.316	2.00	0.351	0.318	0.7	8175	2500
0.60	0.316	0.80	0.333	0.35.7	0.7	2160	5000

TABEL 5
PERHITUNGANJUMLAH ARMATUR DAN DAYA PENERANGAN YANG DIBUTUHKAN

Σ armature		Power Armatureur
n	N	(Watt)
1.71	2	40
1.62	2	40
4.67	5	100
0.62	1	40
Total	10	220

TABEL 6
PERHITUNGAN DAYA YANG DIBUTUHKAN UNTUK PERALATAN KOMUNIKASI DAN NAVIGASI

BEBAN	Power (W)	Jumlah	Daya (W)
Search light sonar	1200	1	1200
Radio Equipment	25	2	50
Internal communication			
Hailer	30	1	30
Intercom	4.5	1	4.5
External Speaker	4.5	4	18
Internal Speaker	2.5	1	2.5
Multi Function Display	174	1	174
TOTAL		11	1479

$$I = \frac{18}{1}$$

$$I = 18 \text{ Ampere}$$

Perbandingan nilai ampere hour yang keluar dari rangkaian baterai sederhana dengan rangkaian baterai termodifikasi yaitu

$$\frac{18}{12.5} = 1.44$$

Jadi, dapat disimpulkan dengan menggunakan desain rangkaian baterai charger yang termodifikasi, ampere hour

yang keluar bisa 1.44 kali lebih besar. Sehingga dalam pengisian baterai bisa 1.44 kali lebih cepat.

1. Perhitungan untuk penghematan konsumsi listrik dengan menggunakan kapasitor

Untuk menghitung besarnya nilai kapasitor, menggunakan rumus.

$$C = \frac{Q_c}{2\pi fV^2} \dots\dots\dots (8)$$

Namun sebelumnya, harus diketahui terlebih dahulu nilai kebutuhan daya untuk penerangan dan kebutuhan daya untuk peralatan komunikasi dan navigasi

a) Indeks ruangan

$$k = (p \times l) / (h(p+l)) \dots\dots\dots (9)$$

b) Faktor refleksi

Merupakan faktor pantulan cahaya lampu pada suatu ruangan. Atap menggunakan 0,7 ; dinding menggunakan 0.5 ; sedangkan lantai menggunakan 0.3. ini merupakan asumsi bahwa pantulan cahaya merupakan yang paling cerah.

c) Efisiensi lighting

$$\eta = \eta_1 + ((k_2 - \eta_1) / (\eta_2 - \eta_1)) * (k_2 - k_1) \dots\dots\dots (10)$$

d) Efisiensi Armatur

d x efisiensi lighting,
dimana d = diversity factor

e) Flux (F)

Flux (F) = (E x A) / Efisiensi Armatur

Dimana : E = Intensitas penerangan (Lux)

A = Luas Area ruangan

f) Flux (lumen)

Flux (Lumen) = S x daya x 75 (untuk type IL)

= S x daya x 125 (untuk type FL)

Dimana, S = jumlah lampu dalam armature

Perhitungan kebutuhan total (kebutuhan penerangan, navigasi, dan komunikasi)

P_{total} = P penerangan + P komunikasi dan navigasi

= 220 + 1479

= 1699 watt

Perhitungan penghematan supply daya listrik dengan pemilihan kapasitor yang digunakan. Apabila rata-rata factor daya peralatan yang digunakan = 0.7

$$P = V.I.\cos \theta \dots\dots\dots (11)$$

$$I = P/V.\cos \theta$$

$$= 1699/5.7 \times 0,7$$

$$= 101.2 \text{ A}$$

Konsumsi yang dibutuhkan secara teori apabila Cos θ nya

$$0.9$$

$$I = P/V \cos \theta$$

$$I = 1699/5.7 \times 0.9$$

$$I = 78.6 \text{ A}$$

Prosentase penghematan adalah

$$\frac{I(\text{dengan } \cos \theta 0.35) - I(\text{dengan } \cos \theta 0.9)}{I(\text{dengan } \cos \theta 0.35)} \times 100\% \dots\dots (12)$$

$$= \frac{101.2 - 78.6}{101.2} \times 100 \%$$

$$= 22 \%$$

Daya Nyata P= 1669 W

Daya Semu

S₁ = V x I yang mana I = P/V Cos θ_1

$$S_1 = V \times (P/V \cos \theta_1) \dots\dots\dots (13)$$

$$S_1 = P/ \cos \theta_1$$

$$S_1 = 1699/0.7$$

$$S_1 = 5.727.4 \text{ VA}$$

$$S_2 = P/ \cos \theta_2$$

$$S_2 = 1699/0.9$$

$$S_2 = 1887.77 \text{ VA}$$

Daya Reaktif

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P^2} \dots\dots\dots (14)$$

$$Q_1 = \sqrt{5.727.4^2 - 1669^2}$$

$$Q_1 = 1762.2 \text{ VAR}$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{1887.7^2 - 1669^2}$$

$$Q_2 = 822.86 \text{ VAR}$$

Daya reaktif yang harus dihilangkan =

$$\Delta Q = Q_2 - Q_1 \dots\dots\dots (15)$$

$$\Delta Q = 822.86 - 4558.3$$

$$\Delta Q = -939.3 \text{ VAR}$$

Sehingga kapasitor yang digunakan untuk penghematan daya sebesar 22 % adalah

$$C = \frac{Q_c}{2\pi fV^2} \dots\dots\dots (8)$$

$$C = \left| \frac{-939.3}{2 \times 3.14 \times 50 \times 5.7^2} \right|$$

$$C = \left| \frac{-939.3}{180864} \right|$$

$$C = 0.00519 \text{ F}$$

Jadi untuk penghematan daya suplai listrik terhadap beban sebesar 1669 Watt dengan penghematan sebesar 22 % maka digunakan kapasitor bank sebesar 0.00519 Farad.

V. KESIMPULAN

1. Sebuah rangkaian baterai charger apabila jumlah kapasitas kapasitor ditambah dan dirangkai secara parallel, maka muatan yang dihasilkan juga akan bertambah, arus dan voltase juga bertambah terhadap fungsi waktu.
2. Dengan rangkaian baterai charger sederhana nilai Ah yang keluar sama dengan 12.5 AH. Dari rangkaian yang termodifikasi, arus yang dihasilkan sebesar 18 Ah dan menghasilkan tegangan 4 + tegangan input.
3. Waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai dengan AH 70 menggunakan rangkaian termodifikasi adalah 3.8 jam karena AH dari charger sebesar 18 AH.
4. Perbandingan penggunaan baterai charger rangkaian sederhana dengan menggunakan baterai charger yang termodifikasi sesuai dengan desain adalah 1.44 kali lebih cepat dibandingkan dengan rangkaian baterai charger sederhana.
5. Untuk menghemat daya listrik dari wahana bawah laut sebesar 22 %, dari load factor beban 0.7 menjadi 0.9, kapasitor bank yang digunakan untuk wahana bawah laut ini adalah 0.00519 Farad.
6. Dengan pengisian yang 1.44 kali lebih cepat dibandingkan dengan rangkaian sederhana, dan penghematan energi 22 % dengan pemasangan kapasitor bank, maka wahana bawah laut akan lebih cepat dalam proses pengisian baterai dan memiliki waktu pelayanan yang lebih panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fathurrahman, (2012). *Makalah Tentang Baterai*.
- [2] Kuncoro, S.A.(2012). *Kajian Teknis Kebutuhan Listrik Wahana Wisata Bawah Laut serta*. Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sistem Perkapalan - ITS, Surabaya
- [3] Marappung, Muslimin., Cisca, Lee Cherff. *Rangkaian Listrik*. Bandung:Penerbit Armico.
- [4] Maxfield, Clive., John, Bird., et al. *Electrical Engineering*
- [5] Sarvito, Sardono. (1995). *Diktat Perancangan Instalasi Listrik Kapal*
- [6] Unknown. *Listrik Dinamik: Kapasitor dan Rangkaian RC*.
- [7] Anonim. "NiCad" Battery Charger. <http://sv1bsx.50webs.com/charger/charger.html>
- [8] Jenis – Jenis Kapasitor, diakses tanggal 12 September 2013 <http://ariezamharie.blogspot.com/2013/03/jenis-enis-kapasitor.html>
- [9] Kapasitor Bank (2011), diakses tanggal 12 Oktober 2013 <http://electricdot.wordpress.com/2011/11/01/kapasitor-bank/>
- [10] Odyssey Submarine Bali, diakses tanggal 12 September 2013 http://submarine-bali.com/the_submarine.php

[11] Perhitungan Kapasitor Bank, diakses tanggal 13 September 2013 <http://birulaut-ploelonk.blogspot.com/2011/12/perhitungan-kapasitor-bank-jilid-2.html>